

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Aktenzeichen: P 33 31 287.7-12
⑯ Anmeldetag: 26. 8. 83
⑯ Offlegungstag: 12. 4. 84
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 11. 8. 88

DE 3331287 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯
09.10.82 JP P178162-82

⑯ Patentinhaber:
Teramachi, Hiroshi, Tokio/Tokyo, JP

⑯ Vertreter:
Lüke, D., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 1000 Berlin

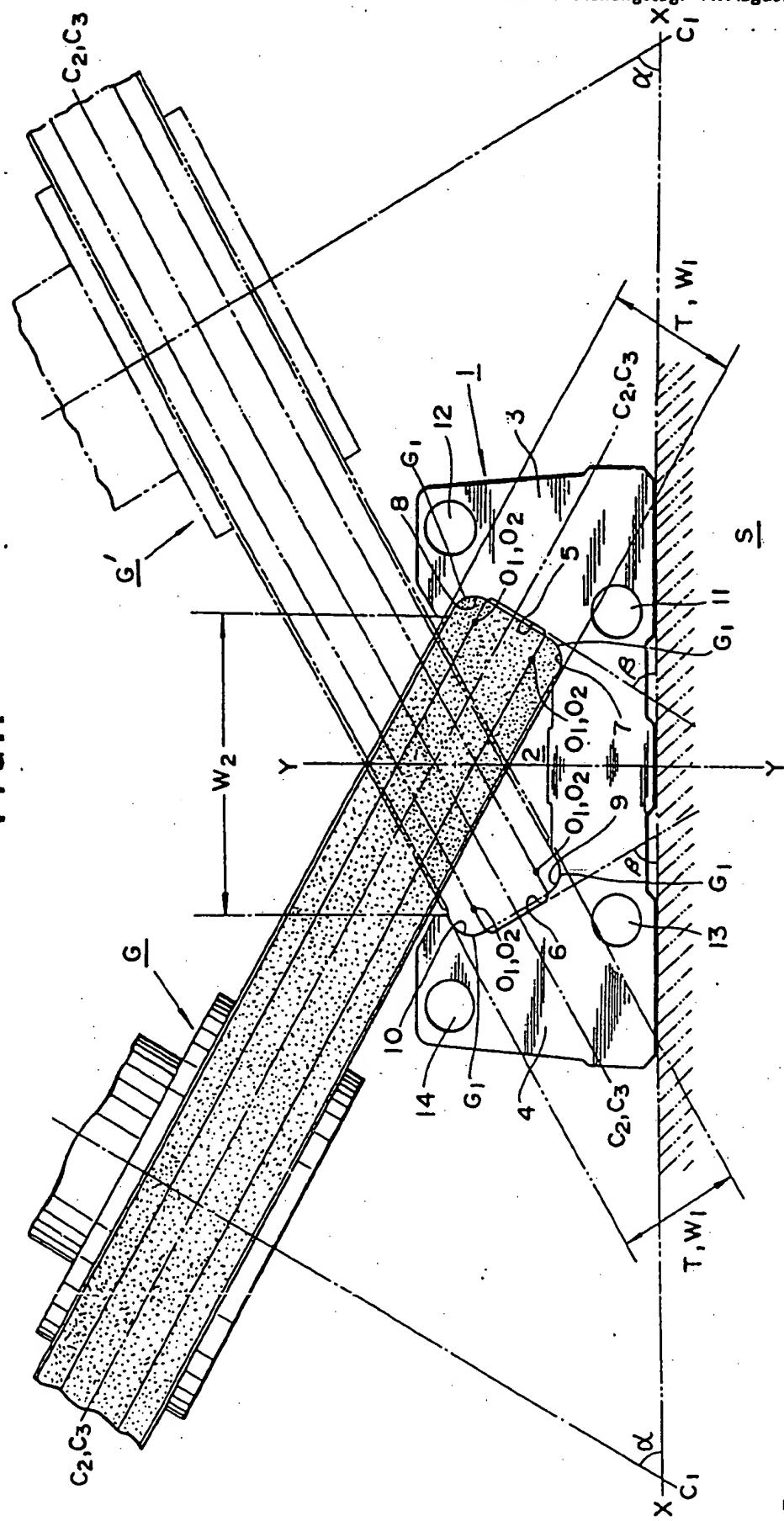
⑯ Erfinder:
gleich Patentinhaber

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
GB 13 49 864
US 42 53 709
JP 55-1 59 323 A
Prospekt: FRITZ, Werner,
Keilwellenschliffmaschine Nr. 3.275 5 Blatt;
DE-Z.: Werkstatt u. Betrieb 105 (1972), S. 227-230;
DE-B.: Handbuch d. Fertigungstechnik Bd. 3/2,
Spanen, Carl Hauser-Verlag München, Wien, 1980,
S. 234;

⑯ Verfahren zum Schleifen des Lagerkörpers für ein Linearkugellager

DE 3331287 C2

FIG. 1



Patentansprüche

1. Verfahren zum Schleifen der Kugelrollflächen des Lagerkörpers eines Linearkugellagers, der einen etwa U-förmigen Querschnitt mit einem im mittleren Teil sich in Längsrichtung erstreckenden zentralen Hohlraum zwischen seinen Seitenwänden aufweist, in deren gegenüberliegenden inneren Seitenflächen gegenüberliegende Ausnehmungen ausgebildet sind, deren Längskanten mit den sich axial erstreckenden Kugelrollflächen versehen sind, unter Verwendung des Profileinstechschleifens, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundflächen der Ausnehmungen (5, 6) unter einem Neigungswinkel (β) von etwa 60° gegenüber der horizontalen Oberfläche (X-X) des Lagerkörpers (1) ausgebildet werden, daß die beiden Paare von Kugelrollflächen (7, 8; 9, 10) der gegenüberliegenden Ausnehmungen (5, 6) gleichzeitig unter Verwendung eines Paares von in Längsrichtung des Lagerkörpers (1) im Abstand hintereinander angeordneten Schleifscheiben (G, G') geschliffen werden, deren Dicke (T) gleich ist der Weite (W1) der Ausnehmungen (5, 6) und die auf ihren gegenüberliegenden Seitenkanten mit Schleifkanten (G 1) versehen sind, deren Krümmungsradien dem Radius der Kugeln (35) entsprechen, und daß die Schleifscheiben (G, G') im Schleifkontakt mit jeder Ausnehmung (5, 6) mit einander entgegengesetzten Anstellwinkeln (α) von etwa 60° gegenüber der horizontalen Oberfläche (X-X) des Lagerkörpers (1) gebracht werden, wobei der Anstellwinkel (α) der Schleifscheiben (G, G') gleich ist dem Neigungswinkel (β) der Grundfläche jeder Ausnehmung (5, 6).

2. Lagerkörper für ein Linearkugellager, mit einem im mittleren Teil sich zwischen zwei Seitenwänden erstreckenden zentralen Hohlraum und mit in den gegenüberliegenden inneren Seitenflächen der Seitenwände ausgebildeten, gegenüberliegenden Ausnehmungen, deren Längskanten mit sich axial erstreckenden Kugelrollflächen versehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundflächen der Ausnehmungen (5, 6) unter entgegengesetzten Neigungswinkeln (β) von etwa 60° gegenüber der horizontalen Oberfläche (X-X) des Lagerkörpers (1) ausgebildet sind.

3. Lagerkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kurvenzentrum (O_1) der inneren Kugelrollflächen (7, 8) auf einer unter einem Winkel (γ) von etwa 30° und das Kurvenzentrum (O_2) der äußeren Kugelrollflächen (8, 10) unter einem Winkel (δ) von etwa 60° gegenüber der Senkrechten (Y-Y) durch den Lagerkörper (1) angeordnet sind.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Schleifen des Lagerkörpers für ein Linearkugellager gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Ein Linearkugellager mit einem mit zu schleifenden Kugelrollflächen versehenen, im Querschnitt etwa U-förmigen Lagerkörper ist aus der US-PS 42 53 709 vorbekannt. Die Kugelrollflächen des Lagerkörpers, die sich beim Härteln unter Einwirkung von Wärme verziehen, müssen nach dem Härteln regelmäßig einer Fertigbearbeitung durch einen Schleifvorgang unterzogen werden, um die erforderlichen hohen Abmessungsge-

nauigkeiten der Kugelrollflächen zu erreichen. Die herkömmliche Fertigbearbeitung erfolgt durch aufeinanderfolgendes Schleifen der Kugelrollflächen mittels einer Schleifscheibe, welche mit vertikaler bzw. horizontaler Drehachse umläuft, um so die inneren und äußeren Kugelrollflächen nacheinander zu schleifen. Dieses Schleifverfahren ist jedoch für eine Massenproduktion nicht geeignet, da vier aufeinanderfolgende Schleifvorgänge notwendig sind, um jede der vier Kugelrollflächen einzeln und unabhängig voneinander zu schleifen. Das Schleifen der vier Kugelrollflächen benötigt somit eine lange Arbeitszeit, welche einen erheblichen Faktor bei den hohen Herstellungskosten bildet. Auch besteht die Gefahr von Abmessungsgenauigkeiten, wenn die Zustellungen der Schleifscheiben nicht richtig durchgeführt werden. Auch resultieren hieraus weitere Nachteile, wie z. B. eine schlechte Übertragungsfähigkeit für Biegemomente, die Erzeugung von Geräuschen sowie eine Neigung des Lagerkörpers. Schließlich besteht die Gefahr der Hemmung der Laufbewegung der Kugeln auf den Kugelrollflächen, was auf eine Zunahme des Gleitwiderstandes zurückzuführen ist, welcher einen weichen Lauf des ungleichmäßig bzw. schlecht geschliffenen Linearkugellagers.

Es ist darüber hinaus aus einem Prospekt der Firma Fritz Werner aus dem Jahre 1953, aus der GB-PS 13 49 864, aus der Fachzeitung "Werkstatt und Betrieb", 1972, Seiten 222 bis 230 und aus dem Handbuch der Fertigungstechnik "Spanen", Band 3/2, Carl Hanser Verlag München und Wien, 1980, Seite 234, das Profileinstechschleifen bekannt, bei welchem mit profilierten Schleifscheiben profilierte Flächen in einem Werkstück geschliffen werden können. Hierfür müssen die zu schleifenden Flächen eines Werkstückes jedoch gut zugänglich sein. Eine solche gute Zugänglichkeit besteht jedoch beim zentralen Hohlraum im mittleren Teil des Lagerkörpers eines Linearkugellagers nicht, in welchem Hohlraum die zu schleifenden Kugelrollflächen angeordnet sind.

Der Erfindung liegt von daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Schleifen der Kugelrollflächen des Lagerkörpers eines Linearkugellagers der gattungsgemäßen Art zu schaffen, bei welchem die in dem zentralen Hohlraum gelegenen Kugelrollflächen mit hoher Oberflächengenauigkeit und mit geringem Zeitaufwand geschliffen werden können, so daß das Linearkugellager geräuschlos und weich läuft.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Verfahrensschritten gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1. Im Gegensatz zum nacheinanderfolgenden, individuellen Schleifen der beiden Kugelrollflächen auf den gegenüberliegenden Seitenflächen einer jeden Ausnehmung mittels zweier im Durchmesser unterschiedlicher Schleifscheiben ermöglicht das erfundungsgemäße gleichzeitige Schleifen der vier Kugelrollflächen des Lagerkörpers mittels zweier Schleifscheiben, deren Krümmungsradius an den Radius der Kugeln angepaßt ist, eine konstante und gleichmäßige Dimensionierung aller vier Kugelrollflächen, so daß diese leicht mit dem gleichen Krümmungsradius und dem gemeinsamen Krümmungszentrum geschliffen werden können. Dies dient zur erheblichen Verbesserung der Abmessungsgenauigkeiten im Vergleich zu dem herkömmlichen, individuellen Schleifen der Kugelrollflächen des Lagerkörpers. Aufgrund des erfundungsgemäßen Verfahrens wird kein wesentliches Spiel zwischen den Kugelrollflächen des Lagerkörpers und den entsprechenden Kugelrollflächen der zugeordneten

Führungsschiene mehr auftreten, wenn die Kugeln durch Kugelkanäle umlaufen, welche mittels der Kugelrollflächen gebildet werden, so daß ein ausgezeichnetes Last- und Momentenübertragungsverhalten sichergestellt und eine Geräuscherzeugung auf ein geringes Maß reduziert ist.

Durch die Ausbildung der Grundflächen der Ausnehmungen unter den Neigungswinkeln von etwa 60° gegenüber der horizontalen Oberfläche des Lagerkörpers wird es ermöglicht, mittels der entsprechend unter dem gleichen Winkel mit ihren Achsen angestellten Schleifscheiben in den gegenüberliegenden Ausnehmungen die dort auszubildenden Kugelrollflächen gleichzeitig zu schleifen, so daß das Profileinstechschleifen hierbei überhaupt erst angewendet werden kann.

Das erfundungsgemäße Verfahren ermöglicht die Herstellung eines Linearkugellagers, das folgende Vorteile aufweist:

Das Linearkugellager besitzt einen Lagerkörper mit gleichzeitig geschliffenen Kugelrollflächen als wesentliches Bauelement. Die gleichzeitig geschliffenen Kugelrollflächen des Lagerkörpers haben eine extrem hohe Abmessungsgenauigkeit. Folglich besteht kein Spiel zwischen den Kugelrollflächen des Lagerkörpers und denen der Führungsschiene. Beim Umlauf der Kugeln in einer Kugelkette ist es möglich, eine hohe Momenten-Übertragung durch die belasteten Kugeln zu ermöglichen und jede örtliche Abnutzung der Kugelrollflächen zu verhindern. Da kein Spiel zwischen den Kugelrollflächen vorhanden ist, ist es ferner möglich, den Lagerkörper ohne Geräusche zu bewegen, wobei es gleichzeitig möglich wird, den Lagerkörper in der Horizontalen zu führen. Da die Kugelrollflächen des Lagerkörpers schließlich mit hoher Genauigkeit fertig bearbeitet werden können, wird ein gleichmäßiger Druck auf die Kugelrollflächen ausgeübt, wenn die Kugeln in einer Kugelkette umlaufen. Hierdurch wird es ermöglicht, jede unerwünschte Erhöhung im Rollwiderstand zu vermeiden. Entsprechend ist es möglich, einen weichen Lauf des Linearkugellagers zu ermöglichen. Das Linearkugellager insgesamt ist somit erheblich in seinen Rolligenschaften verbessert.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispieles eines Lagerkörpers eines Linearkugellagers näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Stirnansicht des Lagerkörpers mit Darstellung der Anordnung der Schleifscheiben beim Schleifen der Kugelrollflächen,

Fig. 2 eine Stirnansicht des fertig geschliffenen Lagerkörpers, und

Fig. 3 eine Seitenansicht eines den Lagerkörper gemäß Fig. 2 aufweisenden Linearkugellagers,

Fig. 4 einen Querschnitt durch das montierte Linearkugellager gemäß der Linie V-V nach Fig. 3.

Die Fig. 1 und 2 zeigen einen Lagerkörper 1, welcher aus einem Block mit im wesentlichen U-förmigem Querschnitt gebildet ist. Der Lagerkörper 1 weist einen im wesentlichen rechteckförmigen Hohrraum 2 auf, welcher im mittleren unteren Bereich des Lagerkörpers 1 ausgebildet ist und welcher durch eine linke und eine rechte Seitenwand 3, 4 begrenzt ist, welche den zentralen Hohrraum 2 zwischen sich einschließen.

Ausnehmungen 5, 6 von im wesentlichen trapezförmigem Querschnitt sind in beidseitiger Symmetrie an den inneren peripheren Seitenflächen der beiden Seiten-

wände 3, 4 ausgebildet. In beiden Ecken der Ausnehmungen 5, 6 sind Kugelrollflächen 7, 8 bzw. 9, 10 ausgebildet, die jeweils einen Radius haben, der dem Radius von Kugeln entspricht. Die Kugelrollflächen 7, 8, 9, 10 erstrecken sich über die gesamte axiale Länge des Lagerkörpers 1. Wie es Fig. 2 zeigt, sind die oberen Kugelrollflächen 7, 9 der Kugelrollflächen 7 bis 10 derart angeordnet, daß das Kurvenzentrum O_1 derselben auf der geeigneten Mittellinie Y_1 liegt, die einen Winkel von 30° mit der Vertikalen $Y-Y$ einschließt, welche durch das Zentrum des Lagerkörpers 1 verläuft. Andererseits sind die unteren Kugelrollflächen 8, 9 derart angeordnet, daß das Kurvenzentrum O_2 derselben auf einer Mittellinie Y_2 liegt, welche einen Winkel von 60° mit der Vertikalen $Y-Y$ einschließt.

Die Kugelrollflächen 7 bis 10 werden nach nachstehend beschriebenem Verfahren gleichzeitig geschliffen. Wie es Fig. 1 zeigt, wird der Lagerkörper 1 zunächst auf einem ebenen Maschinentisch mit der Oberfläche S festgelegt, wobei die offene Seite des zentralen Hohrraums 2 nach oben gerichtet ist. Dann wird ein Paar von Schleifscheiben G, G' , die jeweils die Dicke T und Schleifkanten G_1 aufweisen, die vorher abgerichtet sind, damit diese einen Krümmungsradius aufweisen, der dem der Kugeln entspricht, in den zentralen Hohrraum 2 mit einem Anstellwinkel α eingeführt, der etwa zwischen 55 und 65° liegt. Dieser Anstellwinkel α wird zwischen den Rotationsachsen C_1, C_2 der Schleifscheiben G, G' und einer horizontalen Linie $X-X$ gemessen, welche durch die obere Oberfläche S des Maschinentisches bestimmt ist. Die Schleifscheiben G, G' sind derart angeordnet, daß diese in Längsrichtung des Lagerkörpers 1 phasenverschoben und mit entgegengesetzten Anstellwinkeln zueinander angeordnet sind.

Folglich sind die äußeren peripheren Seitenkanten G_1 der Schleifscheiben G, G' in die Ausnehmungen 5, 6 der linken und der rechten Seitenwand 3, 4 eingeführt, um so gleichzeitig zwei Paare von Kugelrollflächen 7, 8 und 9, 10 zu schleifen, wobei jedes Paar durch zwei entgegengesetzte Kugelrollflächen 7, 8 und 9, 10 gebildet wird, die in den beiden Ecken einer jeden der Ausnehmungen 5, 6 gebildet sind.

Die Grundfläche einer jeden Ausnehmung 5, 6 hat einen vorher bestimmten Neigungswinkel β , der zwischen 55 und 65° liegt und der gegenüber der Horizontalen $X-X$ gemessen ist. Der Anstellwinkel α jeder Schleifscheibe G, G' ist derart eingestellt, daß dieser gleich ist dem Neigungswinkel β der Grundfläche einer jeden Ausnehmung 5, 6. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind der Anstellwinkel α und der Neigungswinkel β mit jeweils 60° bestimmt. Die Dicke T jeder Schleifscheibe G, G' stimmt überein mit der Weite W_1 , jeder Ausnehmung 5, 6. Da das Paar von Schleifscheiben G, G' an die entsprechenden Ausnehmungen 5, 6 mit entgegengesetzter Richtung angepaßt ist und die Mittellinien C_2, C_2 der entsprechenden Ausnehmungen 5, 6 mit den Mittellinien C_3, C_3 der entsprechenden, gleich dicken Schleifscheiben G, G' übereinstimmen, befinden sich die Krümmungszentren O_1 jeder Kugelrollfläche 7, 8, 9, 10 und die Krümmungszentren O_2 der Schleifscheibenkanten G_1 der entsprechenden Schleifscheiben G, G' automatisch in Deckung miteinander. Somit können die Krümmungsradien und die anderen runden Teile einer jeden Kugelrollfläche 7 bis 10 genau durch ein einfaches Verfahren geschliffen werden.

Wie es bereits erwähnt worden ist, sind bei dem gleichzeitig geschliffenen Lagerkörper 1 in Übereinstimmung mit der Erfindung die Winkel, die zwischen

der Grundfläche einer jeden Ausnehmung 5, 6 und der Horizontalen X-X eingeschlossen sind, d. h. die Neigungswinkel β derart ausgewählt, daß diese zwischen etwa 55 und etwa 65° liegen. Der Grund hierfür ist, wie es aus den Figuren ersichtlich ist, daß jede gemäß der Erfindung verwendete Schleifscheibe G, G' aus einem großen Schleifstein gebildet ist, der einen Durchmesser hat, welcher beträchtlich größer als die Weite W_2 der Öffnung des Lagerkörpers 1 ist, d. h. die Weite W_2 des zentralen Hohlraumes 2 (Fig. 1). Folglich macht es die Einstellung des Winkels β innerhalb der oben genannten Winkelbereiche möglich, ein Anstoßen der Schleifscheiben G, G' an die Seitenwände 3, 4 zu verhindern. Ferner kann jede Kugelrollfläche 7 bis 10 mit einem Winkel geschliffen werden, der besonders bevorzugt ist für eine Erhöhung der Lagerbelastungsfähigkeit des Lagerkörpers 1 gegen eine an diesem wirkende Abhebungskraft.

Durch die Seitenwände 3, 4 des Lagerkörpers 1 erstrecken sich in axialer Richtung desselben und parallel zu den Kugelrollflächen 7 bis 10 vier Kugelrücklaufbohrungen 11, 12, 13 und 14. Jede Kugelrücklaufbohrung 11 bis 14 bildet einen Durchgangskanal für unbelastete Kugeln. Die vier Kugelrücklaufbohrungen 11, 12 und 13, 14 sind symmetrisch zu den Mittellinien C_2 , C_2 der Ausnehmungen 5, 6 angeordnet. Jede der Kugelrücklaufbohrungen 11 bis 14 bildet ein Paar mit der entsprechenden Kugelrollfläche 7 bis 10 in der jeweiligen Ebene, welche durch die Mittellinien C_2 , C_2 voneinander getrennt sind. Folglich sind insgesamt vier Kugelumlaufkanäle durch die Kugelrücklaufbohrungen 11 bis 14 und die diesen entsprechenden Kugelrollflächen 7 bis 10 gebildet. Zusätzlich sind die Kugelrücklaufbohrungen 11 bis 14 als Kugelkanäle für nichtbelastete Kugeln im Durchmesser etwas größer ausgebildet als die Kugeln, so daß diese leicht rollen können.

Die vier Kugelrollflächen 7 bis 10 können gemäß dem beschriebenen Verfahren gleichzeitig geschliffen werden, indem ein Paar von Schleifscheiben G, G' phasenverschoben zueinander in die Ausnehmungen 5, 6 eingeführt wird, welche auf beiden Seiten des zentralen Hohlraums 2 mit entgegengesetzten Richtungen eingesetzt sind. Folglich ist nur ein Arbeitsschritt notwendig, um alle vier Kugelrollflächen 7 bis 10 mit der notwendigen Oberflächengenauigkeit zu schleifen, so daß eine Massenproduktion des Lagerkörpers 1 bei geringeren Produktionskosten möglich wird. Abweichend von dem individuellen Schleifen der Kugelrollflächen beim Stand der Technik erlaubt das gleichzeitige Schleifen der Kugelrollflächen 7 bis 10 gemäß der Erfindung eine gleichmäßige Dimensionierung der Kugelrollflächen 7 bis 10, d. h. die Kugelrollflächen 7 bis 10 können mit gleichem Kurvenradius und mit gleichem Kurvenmittelpunkt ausgebildet werden. Folglich ist der Lagerkörper 1 in seiner Dimensionsgenauigkeit verglichen mit dem im Stand der Technik bekannten Lagerkörper erheblich verbessert.

Die Fig. 4 zeigt das Ausführungsbeispiel eines Linear-kugellagers, das unter Verwendung des oben beschriebenen Lagerkörpers 1 hergestellt ist. Vom zentralen Hohlraum 2 des Lagerkörpers 1 wird eine Führungsschiene 28 aufgenommen, die auf einem beweglichen oder festen Teil einer Werkzeugmaschine d. dgl. befestigt ist. Die Führungsschiene 28 besitzt axiale Rippen 29, 30, die an den oberen linken und rechten Seiten derselben ausgeformt sind. An beiden Seiten dieser Rippen 29, 30 sind Kugelrollflächen 31 bis 34 ausgebildet, die den am Lagerkörper 1 ausgebildeten Kugelrollflächen 7 bis 10 entsprechen. Die Kugelrollflächen 31 bis

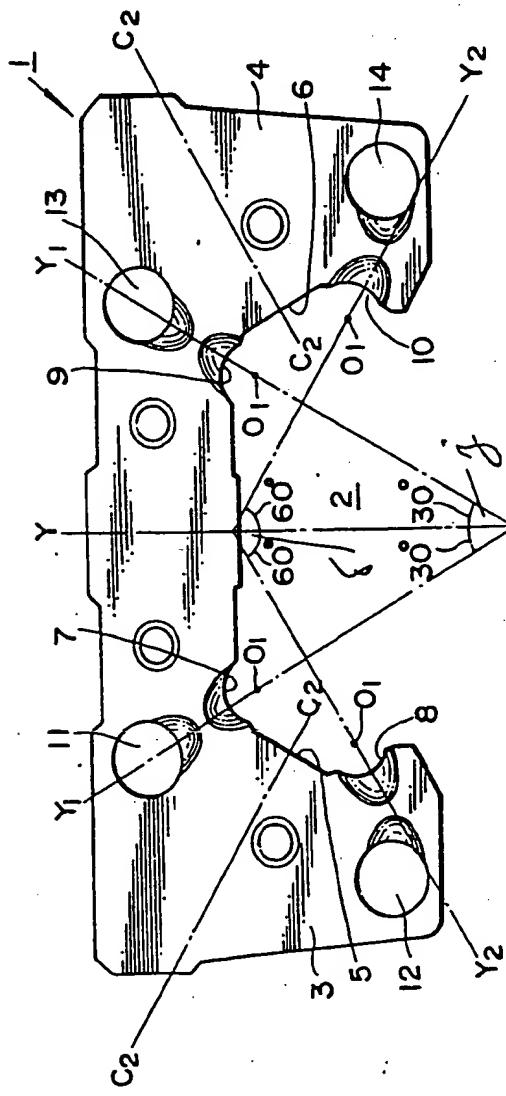
34 haben im wesentlichen den gleichen Krümmungsradius wie die Kugeln 35 selbst.

Die Kugeln 35 zirkulieren zwischen dem Lagerkörper 1 und der Führungsschiene 28 und umfassen belastete Kugeln 35a, die entlang der Kugelkanäle rollen, die zwischen den Kugelrollflächen 7 bis 10 des Lagerkörpers 1 und den Kugelrollflächen 31 bis 34 der Führungsschiene 28 ausgebildet sind, die einander während der Belastungsphase entsprechen, und nicht belastete Kugeln 35b, welche entlang den Kugelrücklaufbohrungen 11 bis 14 rollen, die im Lagerkörper 1 ausgebildet sind. Folglich wird die gleiche Kugel 35 als belastete Kugel 35a bezeichnet, wenn diese im Lastbereich rollt, und als unbelastete Kugel 35b, wenn diese außerhalb des Lastbereiches rollt.

Zur Führung der belasteten Kugeln 35a, ist ein Paar von Käfigen 22, 23 vorgesehen, die auf ihren inneren abgeschrägten Oberflächen Schlitzte mit solchen Abmessungen aufweisen, daß die Kugeln nicht hindurchtreten können. Das Paar von Käfigen 22, 23 hat an beiden Enden Endteile, die in nicht dargestellten Endkappen festgelegt sind, welche die Kugeln 35 aus den Kugelrücklaufbohrungen 11 bis 14 in die Kugelkanäle umlenken, die zwischen den Kugelrollflächen 7 bis 10 des Lagerkörpers 1 und 31 bis 34 der Führungsschiene 28 ausgebildet sind. An den Seitenwänden 3, 4 des Lagerkörpers 1 sind axiale Dichtplatten 36, 37 mit Dichtungen 38, 39 befestigt, welche ein Eindringen von Fremdkörpern auf die Innenseite des Lagerkörpers verhindern.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

2
G.
—
E.



३.
FIG

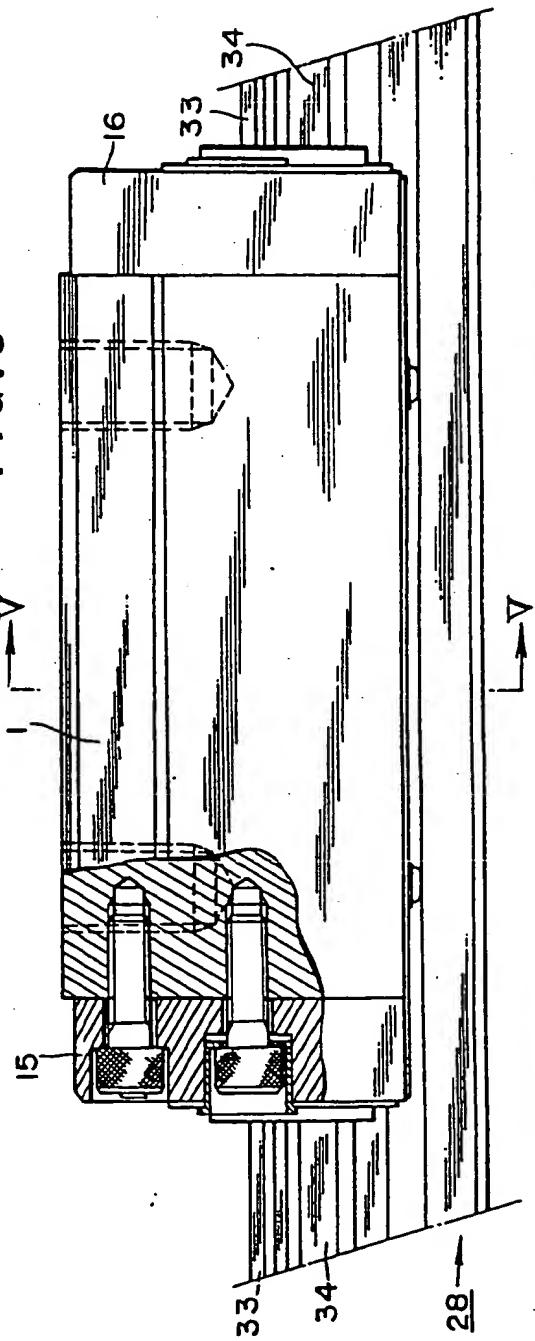


FIG.4

